

Warunki rozwoju i rozmieszczenie torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej

Adam Łajczak¹



Development conditions and distribution of peat bogs in the Orava-Nowy Targ Basin. Prz. Geol., 57: 694–702.

Abstract. The Orava-Nowy Targ Basin is the only intramontane basin in the Carpathian Mountains, where numerous low and raised peat bogs developed in the Holocene. The peat bogs were originally comprising about 40% of the basin area, to become confined to 12%, in result of several centuries of exploitation of peat. On the basis of investigations on geomorphological location of the preserved relics of peat bogs, and reconstructions of their original extent, an attempt was made to identify natural environment factors which had the biggest influence on development of peat-forming process within the Orava-Nowy Targ Basin. The most important of these factors were found to be landforms of fluvio-glacial and fluvial accumulation and their composition, as well climatic conditions. However, it should be stated that distribution of raised peat bogs appears to be mainly controlled by the mode of circulation of shallow groundwaters and location of their stable outflows. This is an aspect of development of peat bogs that has not been studied up to now.

Keywords: Orava-Nowy Targ Basin, Western Carpathians, low peat bogs, raised peat bogs, shallow groundwater circulation

Kotlina Orawsko-Nowotarska jest jedyną w Karpatach śródgórską kotliną, w której podczas holocenu na dużym obszarze pokrytym przez formy akumulacji glacyfluwialnej i fluwialnej rozwinęły się torfowiska niskie i wysokie. Od początku XX wieku jest ona zwana Krainą Torfowisk Orawsko-Podhalańskich (Niezabitowski-Lubicz, 1922). Średnia miąższość złóż torfu w kotlinie wynosi 3 m, a miejscami dochodzi do 11 m. Przed rozpoczęciem osadnictwa, u schyłku średniowiecza, zatorfiony obszar mógł osiągać 260 km², czyli zajmował około 43% powierzchni kotliny (Łajczak, 2006a, 2009a). Obecnie torfowiska w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej mają znacznie mniejszą powierzchnię, głównie w wyniku wydobywania torfu i melioracji odwadniających, jednak nadal są porównywalne do rozległych torfowisk w innych masywach górskich Europy środkowej, zachodniej i północnej (Żurek, 1983; Denisjuk & Tobolski, 1995; Dembek i in., 2000).

Badania naukowe torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej rozpoczęto na przełomie XVIII i XIX w. Do drugiej połowy XX w. uwaga badaczy była skoncentrowana na różnicowaniu złóż torfu, szacie roślinnej i paleogeografii obszaru (por. Łajczak, 2006a). Dopiero w ostatnich kilkunastu latach zwrócono uwagę na antropogeniczną degradację torfowisk oraz, w mniejszym stopniu, na przyrodnicze uwarunkowania ich rozwoju, w tym szczególnie na rolę nieprzepuszczalnego podłoża i często przecenianą rolę klimatu kotliny. Do tej pory niedoceniana jest rola morfologii terenu w inicjowaniu procesu torfotwórczego (w skali całej kotliny lub w skali lokalnej) i pomija się rolę czynnika hydrogeologicznego, który należy uznać za wiodący w tym względzie.

Celem pracy była analiza uwarunkowań środowiskowych rozwoju torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej, zwłaszcza wysokich, z podkreśleniem roli ukształtowania terenu i płytkiego krążenia wód gruntowych, a także przedstawienie aktualnego zasięgu zatorfionego obszaru w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej i próba oceny zasięgu torfowisk niskich i wysokich przed rozpoczęciem ich antropogenicznej degradacji.

Metody badań

Zasięg torfowisk niskich, wysokich (w tym ich kopuły) i potorfii, ich położenie geomorfologiczne i względem elementów sieci hydrograficznej (cieków, źródeł, wysięków), a także aktualny stan nawodnienia torfowisk, potorfii i ich otoczenia określono na podstawie geomorfologicznego i hydrograficznego kartowania terenu Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, które prowadzono z zastosowaniem technik GPS od 2000 roku i uzupełniano w następnych latach (Łajczak, 2002, 2006a, 2006b). Zbadano uziarnienie osadów występujących w podłożu torfowisk i szybkość wsiąkania w nie wody (metodą cylindra Burgera). Miąższość płytko zalegającego złoża torfu mierzono sondą lawinową, a informacje o największej miąższości złóż w poszczególnych kopułach torfowych uzyskano z literatury (Baumgart-Kotarba, 1991–1992; Lipka, 1999). Określono zasięg form antropogenicznych w obrębie torfowisk wysokich i aktualny stan ich zachowania.

Informacje na temat nielicznych, niewielkich torfowisk w słowackiej części kotliny uzyskano w Dyrekcji Hranenej Krajinej Oblasti „Horna Orava” w Namestovie.

Na podstawie map, w tym XVIII- i XIX-wiecznych, (Mieg, 1779–1782; Kummerer, 1855; Die Spezialkarte..., 1894; Szajnocha, 1902; Mapa taktyczna, 1937; Mapy obrębowe powiatów, 1965; Mapa topograficzna Polski, 1997) i zdjęć lotniczych (Zdjęcia lotnicze, 1994) oszacowano zmiany zasięgu kopuły torfowych i potorfii od schyłku XVIII w., kiedy rozpoczęto na tym obszarze wydobywanie torfu na dużą skalę i w drugiej połowie XX w., gdy wydobywanie zostało zintensyfikowane.

W badaniach terenowych zwracano uwagę na lokalizację pozostałości po złożu torfu poza miejscami jego zwartego występowania, zwłaszcza na obszarach, gdzie wydobywanie złoża prowadzono nie później niż na przełomie XIX i XX w. (stare potorfia). Informacje te pozwalają wnioskować o jeszcze większym zasięgu torfowisk od ukazanego na XVIII-wiecznych mapach i wskazują na późniejszą fragmentację tych obiektów.

Dane z wierceń w obrębie torfowisk (Horawski i in., 1979; Wójcikiewicz, 1979; Baumgart-Kotarba, 1991–1992; Lipka, 1999), materiały archiwalne udostępnione przez

¹Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; alajczak@o2.pl

Zakład Torfowy w Czarnym Dunajcu, jak również wyniki obserwacji wyekshumowanych form terenu na potorfiach (Łajczak, 2006b) dostarczyły informacji o lokalnych morfologicznych uwarunkowaniach rozwoju torfowisk. Określenie relacji między występowaniem i rozmiarami torfowisk, zwłaszcza kopuł, a wykształceniem ich podłoża, powierzchnionymi i podpowierzchnionymi warunkami wodnymi i ukształtowaniem terenu pozwala wskazać w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej miejsca najlepiej predysponowane do narastania złóż torfu.

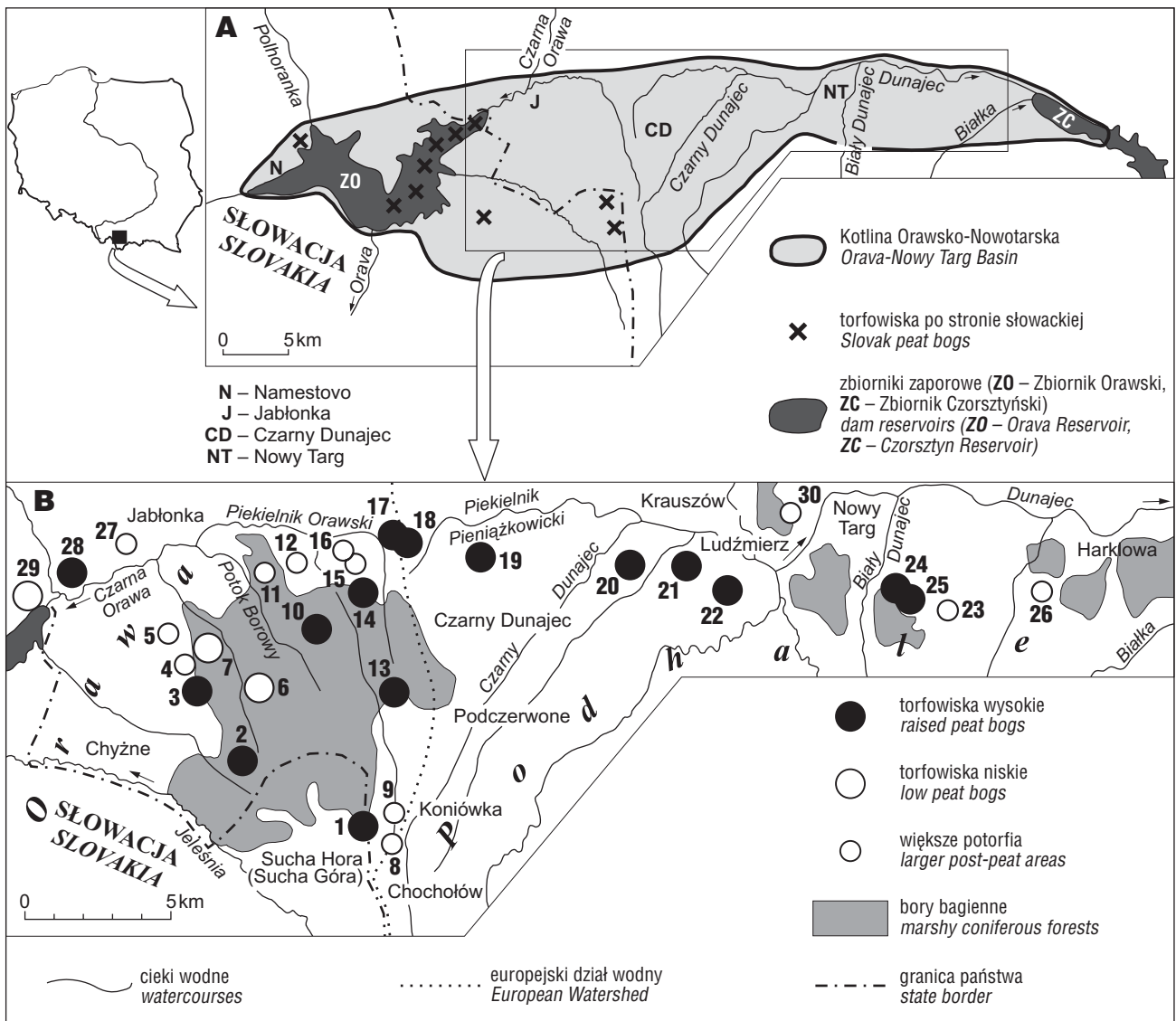
Współczesne rozmieszczenie i rozmiary torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej

Powierzchnia torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej, liczona łącznie z powierzchnią oddzielających je terenów pozbawionych pokrywy torfowej, zajmuje około 200 km² — w tym po stronie polskiej znajduje się 190 km². Stanowi to ponad 70% powierzchni pierwotnie zatorfionej. Obszar torfowisk rozciąga się w kierunku W-E na odcinku 50 km, a w kierunku N-S na odcinku od 2 do 15 km (ryc. 1).

Na wschodzie skrajne stanowiska torfowisk występują w okolicach Harklowej, między Dunajcem i dolną Białką, a na zachodzie w okolicach Namestova, w sąsiedztwie połączenia Białej Orawy z Czarną Orawą (od 1953 r. obszar ten jest zalany wodami Zbiornika Orawskiego). Obecnie torfowiska wysokie, młode potorfia z zachowaną ciągłą warstwą zredukowanego złoża oraz torfowiska niskie nieporośnięte lasem zajmują powierzchnię 28 km², a łącznie z torfowiskami niskimi porośniętymi lasem sosnowo-świerkowym (bory bagienne) około 70 km².

Torfowiska w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej występują w prawie całym przedziale wysokości tego obszaru (570–770 m n.p.m.), najczęściej do 20 m nad korytami rzek. Połowa obiektów występuje w najniższej położonej, północnej części kotliny, na wysokości do 660 m n.p.m. (Łajczak, 2006a).

Współcześnie w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej naliczono 33 torfowiska, w tym 29 w granicach Polski, 3 na Słowacji, a 1 po obu stronach granicy między tymi państwami. Niektóre z torfowisk, często niewielkich rozmiarów, są tylko pozostałościami po zredukowanych i rozczłonkowanych, głównie w XIX i XX w., znacznie wię-



Ryc. 1. Lokalizacja torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej: **A** — granice Kotliny Orawsko-Nowotarskiej i rozmieszczenie torfowisk po stronie słowackiej; **B** — rozmieszczenie torfowisk w polskiej części kotliny. 1–30 — numeracja torfowisk wg tab. 1
Fig. 1. Location of peat bogs in the Orava-Nowy Targ Basin. **A** — basin boundaries and distribution of peat bogs at the Slovakian side of the border, **B** — distribution of peat bogs at the Polish side of the border. 1–30 — the peat bog numbering as in Table 1

kszych obiektach. Część z torfowisk to dawne potorfia przylegające do zredukowanych kopuł torfowych, które po zakończeniu prac wydobywczych podlegały procesowi renaturyzacji i przekształciły się we wtórny okrajek (Łajczak, 2006a). Do wydzielenia torfowisk przyjęto kryteria podane przez Myślińską (2001), według których za torfowisko można uznać obiekt o powierzchni przekraczającej 0,5 ha i o średniej grubości złoża torfu większej od 0,2 m. Podana liczba torfowisk obejmuje:

- torfowiska wysokie z zachowanymi fragmentami kopuł, otoczonymi przez młode potorfia z ciągłą, ale o zredukowanej miąższości, warstwą złoża torfu;
- starsze potorfia z ciągłą lub nieciągłą warstwą torfu, odizolowane od macierzystych obiektów;
- nieporośnięte lasem torfowiska niskie.

Nie obejmuje ona natomiast rozległych borów bagiennych, zajmujących największą powierzchnię w zachodniej części kotliny, głównie po stronie polskiej. Liczba torfowisk w polskiej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej jest większa od wcześniej podawanej w literaturze, gdyż obejmuje wszystkie potorfia, nawet te nie kontaktujące się z obiektami macierzystymi.

Powierzchnia poszczególnych torfowisk zawiera się w przedziale od 5,5 do 660 ha (tab. 1). Na 17 torfowiskach zachowały się znaczne fragmenty kopuł, dwie z nich zajmują obszar ponad 300 ha. Według kryteriów podziału torfowisk przyjętych przez Dobrowolskiego i in. (1998) w

Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej znajduje się 10 dużych torfowisk (100–1000 ha), 17 średnich (10–100 ha) i 6 małych (< 10 ha).

Warto zwrócić uwagę na to, że dzisiejsze rozprzestrzenienie torfowisk znacznie odbiega od pierwotnego. Od czasu uformowania się sieci osadniczej w obecnym kształcie, co nastąpiło w XVI–XVII w. (Falniowska-Gradowska, 1997), łączna powierzchnia torfowisk znacznie się zmniejszyła, a ich liczba, w wyniku fragmentacji, wzrosła (Łajczak, 2006a, 2007, 2009b, 2009c). Na przykład w okolicy Piekielnika i Gronkowa na mapach z XIX wieku widnieją zarysy trzech torfowisk wysokich, oznaczonych jako obiekty z rozległymi kopułami. Złoża te zostały w większości wyeksploatowane, jednak do dziś zachowały się ich fragmenty, które nadal spełniają kryteria torfowisk. Nie udało się natomiast zlokalizować miejsca po dawnym torfowisku w rejonie Osiedla Dzikich koło Jabłonki, o którym istnieją wzmianki w literaturze (por. Jostowa, 1963). Rozległy niegdyś obszar torfowisk w dolinie Czarnej Orawy, opisany przez Niezabitowskiego-Lubicza (1922), Szafera (1928), Korczyńską (1952) i ukazany na mapie *Die Spezialkarte...* (1894), dziś znajduje się na dnie Zbiornika Orawskiego i tylko jego najwyżej położony fragment został ocalony.

Obecnie w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej na 100 km² obszaru przypada średnio ponad pięć torfowisk, w tym 1 małe, 3 średnie i 1 duże. Polska część kotliny, o pow. 430 km², jest pod tym względem bardziej uprzywilejowana, gdyż na 100 km² przypada średnio 7 obiektów, a w słowackiej części kotliny mniej niż 2 obiekty (Łajczak, 2002, 2006a). Wielkość te znacznie przekraczają wartość średnią dla całego obszaru polskich Karpat, wynoszącą mniej niż 1 obiekt na 100 km² (Żurek, 1987). Wskaźnik zatorfienia obszaru całej Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, jednak bez uwzględnienia torfowisk w częściowo zatopionej dolinie Czarnej Orawy, wynosi 11,7%, a zatorfienie torfowiskami wysokimi 4,7%. W polskiej części kotliny wielkości te wynoszą odpowiednio 13,9 i 6,4%. Biorąc pod uwagę informacje podane przez Żurka (1983), zatorfienie polskiej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej ponad 3-krotnie przekracza średni wskaźnik zatorfienia Polski. W Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej znajduje się prawie 5% łącznej powierzchni wszystkich torfowisk wysokich na obszarze Polski. Natomiast łączna powierzchnia torfowisk niskich i wysokich stanowi już tylko 0,5% łącznej powierzchni torfowisk w naszym kraju.

Położenie torfowisk na tle form terenu i sieci rzecznej

Torfowiska występują w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej na różnowiekowych fragmentach czwartorzędowych stożków glacialfluwial-

Tab. 1. Współczesna powierzchnia [ha] torfowisk w polskiej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej

Table 1. Present-day area [ha] occupied by peat bogs in the Polish part of the Orava-Nowy Targ Basin

Numer torfowiska <i>Peat bog number</i>	Nazwa torfowiska <i>Peat bog name</i>	Powierzchnia całego torfowiska <i>Entire peat bog area</i>	Powierzchnia kopuły torfowiska <i>Area of peat bog dome</i>
1	Przybojec (całość)	140,00	96,25
2	Puścizna Wysoka	48,25	3,25
3	Łysa Puścizna	101,25	30,00
4	Puścizna Jasiowska	8,75	1,00
5	Pustać Chyżne	5,50	0,00
6	Puścizna pod Pustą Polaną	164,50	0,00
7	Składziska	20,00	0,00
8	Kosarzyska	21,25	0,00
9	Bacuch	25,00	3,75
10	Puścizna Wielka	466,25	356,25
11	Torfowisko koło Lasu Ucinki	0,00 (ślady)	0,00
12	Torfowisko koło Księżej Sośliny	0,00 (ślady)	0,00
13	Bór za Lasem Kaczmarka	116,25	63,75
14	Puścizna Mała	108,75	51,20
15	Piekielnik-a	10,00	0,00
16	Piekielnik-b	6,25	0,00
17	Piekielnik-c	15,00	3,75
18	Baligówka	272,50	202,50
19	Puścizna Rękowiańska	660,00	325,00
20	Puścizna Długopole	161,25	43,75
21	Puścizna Franków	78,75	28,75
22	Przymiarki	105,00	46,25
23	Gronków	15,50	0,50
24	Bór na Czerwonym-a	66,75	30,50
25	Bór na Czerwonym-b	20,00	7,50
26	Torfowisko koło Księżego Boru	0,00 (ślady)	0,00
27	Otrębowa	13,75	0,00
28	Obrębowskie Brzegi	56,25	8,75
29	Janowiackie	40,00	0,00
30	Do Grela	88,75	8,75
1–30		2835,50	1311,50

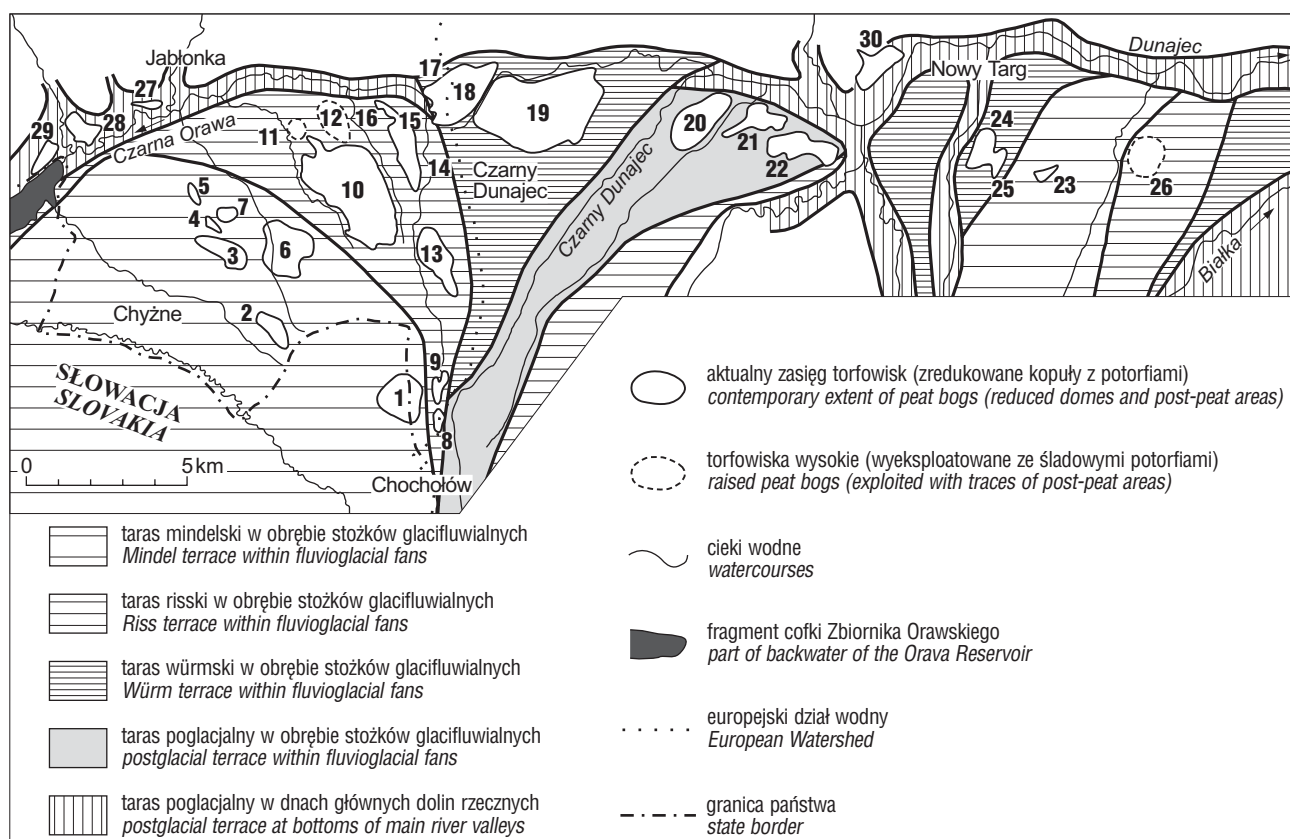
nych, głównie Czarnego Dunajca, który zajmuje 2/3 kotliny (ryc. 2), a także na poglacialnych tarasach nadzalewowych w dolinach Czarnej Orawy i Czarnego Dunajca (Halicki, 1930; Baumgart-Kotarba, 1991–1992; Łajczak, 2006a, 2007). Podłożem wszystkich torfowisk jest warstwa słabo przepuszczalnej gliny, miąższości około 2 m, leżąca na silnie nawodnionych żwirach. Głina ta powszechnie występuje w całej kotlinie (Watycha, 1976, 1977a, 1977b). Największe obszary torfowiska wysokie, a także bory bagienne rozwinęły się w środkowej, północnej i wschodniej części stożka Czarnego Dunajca. Zaznacza się następująca prawidłowość: im młodszy jest fragment tego stożka, tym większe jego zatorfienie. Najmłodsza i najniższa położona jest wschodnia część stożka Czarnego Dunajca, a najstarsza i najwyższa położona część zachodnia — najsłabiej pokryta torfami. Asymetrię w zatorfieniu tego obszaru można tłumaczyć ruchami neotektonicznymi, sygnalizowanymi przez Baumgart-Kotarbę (1991–1992) i Zuchewicza (2009), powodującymi wypiętrzanie zachodniej części stożka i obniżanie jego wschodniej i północnej części. Rozwojowi torfowisk w zachodniej części stożka nie sprzyja też głębsze rozcięcie erozyjne (taras mindelski), lokalnie do ponad 40 m, i głębszy drenaż wód. Natomiast w ulegającej obniżaniu północnej i wschodniej części stożka lokalne deniwelacje terenu są wielokrotnie mniejsze i obserwuje się większe zagęszczenie wypływów wód gruntowych. Może to wskazywać na znaczącą, o ile nie dominującą, rolę głębokości pierwszego zwierciadła wód gruntowych w procesie narastania pokrywy torfów w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. Tezę tę może potwierdzać zależność rozmiarów dużych torfowisk zrekonstruowanych na podstawie map z XVIII i XIX w., a także na podstawie

wyników badań terenowych, od ich lokalizacji na obszarze stożka Czarnego Dunajca — wraz z obniżaniem się terenu w kierunku północnym zaznacza się wzrost powierzchni torfowisk kopułowych (Łajczak, 2006a, 2007).

Zjawisko wypływu czy powolnego wysączenia się wody na powierzchnię terenu nasila się w kotlinie w kierunku północnym, wraz z obniżaniem wysokości powierzchni terenu, i największe rozmiary osiąga w otoczeniu pierwotnie największych torfowisk na tym obszarze, czyli Puścizny Wielkiej i Puścizny Rękowiańskiej, zwanej też Bory Wylewisko (Baumgart-Kotarba, 1991–1992; Łajczak, 2006a).

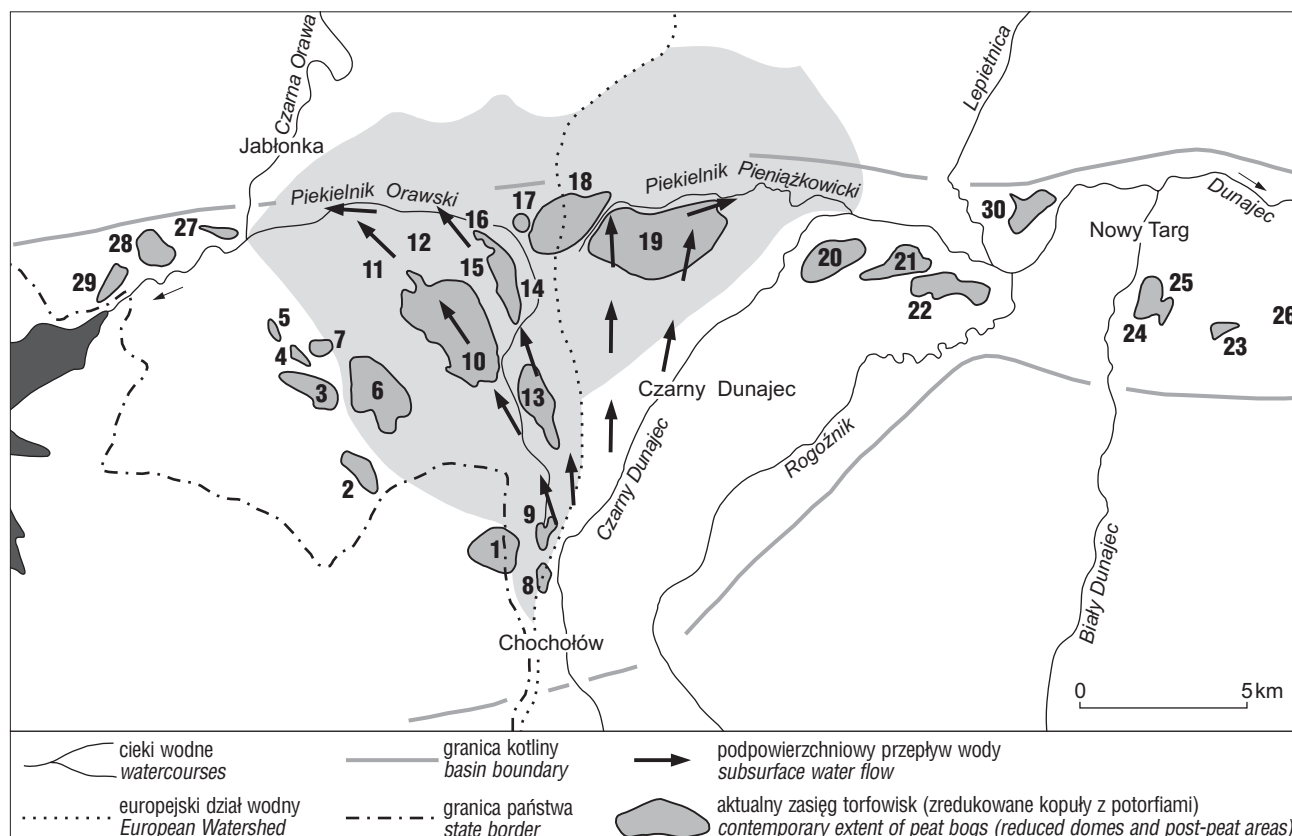
Rozmieszczenie torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej wykazuje także związek z układem sieci rzecznej. Największe skupisko torfowisk wysokich i niskich (także borów bagiennych) sąsiaduje z przebiegającym przez dwa torfowiska europejskim działem wodnym (ryc. 3). Dział ten jest słabo widoczny w terenie i na obszarach zmeliorowanych trudny do zlokalizowania. Oddziela on dorzecza Dunajca i Orawy, które należą do zlewisk Bałtyku i Morza Czarnego.

Do najbardziej zatorfionych małych zlewni w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej należą sąsiadujące zlewnie Piekelnika Orawskiego (dopływ Orawy) i Piekelnika Pieniżkowskiego (dopływ Dunajca), położone w środkowej części stożka Czarnego Dunajca i oddzielone głównym działem wodnym. Zlewnie te obejmują 1/3 torfowisk wysokich w kotlinie, w tym dwa największe obiekty. Tak dużą koncentrację największych torfowisk w tej części kotliny można tłumaczyć wpływem czynnika geomorfologicznego i hydrogeologicznego. Większość torfowisk wysokich rozwinęła się na tym obszarze wzdłuż paleokoryt na tarasie risskim stożka Czarnego Dunajca, wyznaczających



Ryc. 2. Lokalizacja torfowisk Kotliny Orawsko-Nowotarskiej na tle zasięgu różnowiekowych fragmentów stożków glacifluwialnych oraz tarasów poglacialnych. Numeracja torfowisk (1–30) jak na ryc. 1 i w tab. 1.

Fig. 2. Location of peat bogs in the Orava-Nowy Targ Basin vs. remains of fluvio-glacial fans and post-glacial terraces of different ages. Peat bog numbering (1–30) as in Fig. 1 and in Tab. 1



Ryc. 3. Torfowiska w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej na tle sieci rzecznej. Zaznaczono zasięg zlewni Piekienika Orawskiego i Piekienika Pieniążkowickiego. Numeracja torfowisk (1–30) jak na ryc. 1 i w tab. 1.

Fig. 3. Location of peat bogs in the Orava-Nowy Targ Basin vs. river network. Catchments of the Piekienik Orawski and Piekienik Pieniążkowicki streams are marked. Peat bog numbering (1–30) as in Fig. 1 and in Tab. 1

dawne biegi tej rzeki w kierunku Orawy, co zostało udokumentowane na przykładzie największego torfowiska — Puścizny Wielkiej (Baumgart-Kotarba, 1991–1992).

Na obszarze stożka Czarnego Dunajca następuje, sygnalizowana przez Ziemońską (1973), częściowa ucieczka wody z koryta tej rzeki. Podpowierzchniowy odpływ wody wzdłuż paleokoryt w kierunku Piekienika Orawskiego i Piekienika Pieniążkowickiego sprzyja rozwojowi torfowisk. Mogą na to wskazywać relatywnie wysokie wielkości przepływu stwierdzone w pierwszym z tych cieków, zwłaszcza w zakresie wartości niskich (Łajczak, 2006a), jak również występowanie wydajnego źródła w sąsiedztwie Puścizny Wielkiej (Baumgart-Kotarba, 1991–1992).

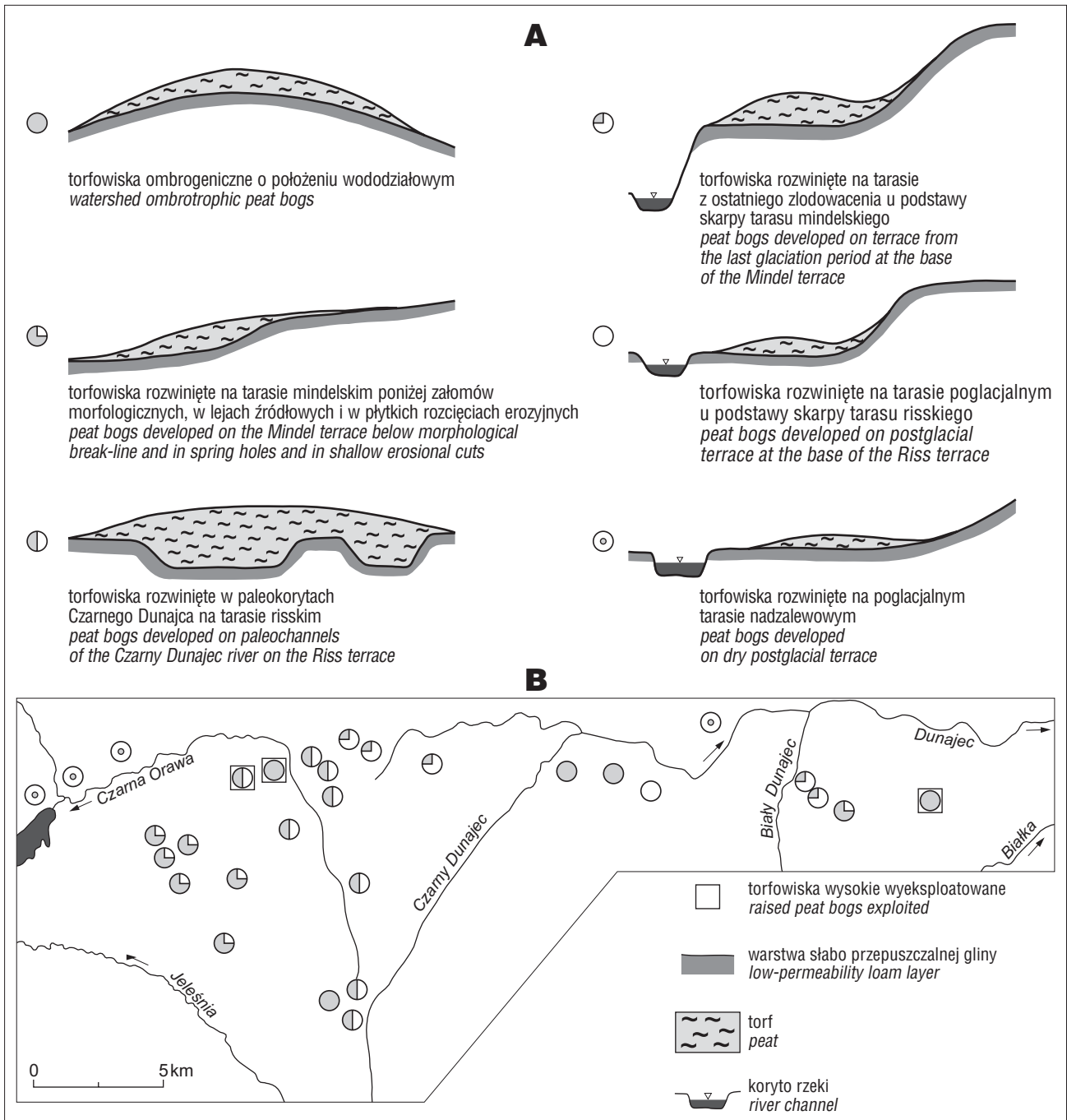
Na podstawie szczegółowej analizy sytuacji geomorfologicznej wyróżniono sześć grup torfowisk wysokich (kopułowych) występujących w polskiej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (ryc. 4) — w tym jedną grupę torfowisk ombrogenicznych (zasilanych przez wody opadowe) i pięć grup torfowisk częściowo zasilanych przez wysączające się wody gruntowe (Łajczak, 2006a, 2007).

Za ombrogeniczne uznano tylko torfowiska o położeniu wododziałowym (między ciekami różnego rzędu), rozwinięte na szerokich i płaskich garbach wzniesionych na wysokość od 590 do 770 m n.p.m., o wysokości względnej od 5 do 40 m ponad korytami cieków, w obrębie tarasów mindelskiego, risskiego i poglacialnego. Druga grupa obejmuje torfowiska rozwinięte na tarasie mindelskim, głównie stożka Czarnego Dunajca, na nieznacznie nachylonych jego fragmentach poniżej wypukło-wklęsłego załomu morfologicznego, w lejach źródłowych płytkich rozcięć erozyjnych, a także w dnach i na zboczach tych form. W takich sytuacjach geomorfologicznych powstanie torfo-

wisk kopułowych było uzależnione od początkowego zasilania wodą gruntową. W skład trzeciej grupy torfowisk wysokich wchodziły obiekty rozwinięte wzdłuż paleokoryt Czarnego Dunajca na tarasie risskim stożka glacialnego tej rzeki. Z uwagi na położenie geomorfologiczne torfowiska te musiały być, zwłaszcza w początkowym okresie rozwoju, w dużym stopniu zasilane wodą gruntową. Podobnie były zasilane torfowiska wysokie wchodzące w skład czwartej grupy, rozwinięte na tarasie, który powstał w obrębie stożków Czarnego Dunajca i Białego Dunajca podczas ostatniego zlodowacenia, występujące w sąsiedztwie licznych wysięków wody gruntowej u podstawy skarpy tarasu mindelskiego, względnie w najniższej położonej części tarasu utworzonego podczas ostatniego zlodowacenia. Piąta grupa obejmuje jedno torfowisko rozwinięte na tarasie poglacialnym stożka Czarnego Dunajca u podstawy skarpy tarasu risskiego, w miejscu płytkiego występowania wody gruntowej. W skład ostatniej grupy torfowisk wysokich wchodziły obiekty rozwinięte na poglacialnych, nadzalewowych tarasach Czarnej Orawy i Czarnego Dunajca, zasilane wodą odsączającą się ze stoków, z krawędzi wyższych tarasów, a także z niewielkich stożków napływowych. Przed utworzeniem Zbiornika Orawskiego torfowiska tego typu licznie występowały w dolinie Czarnej Orawy.

Rekonstrukcja zasięgu torfowisk w okresie poprzedzającym ich antropogeniczną degradację

Na podstawie map z końca XVIII w. i z połowy XIX w., a także zidentyfikowanych w terenie śladów po dawnym zasięgu torfowisk ustalono prawdopodobne rozmiary

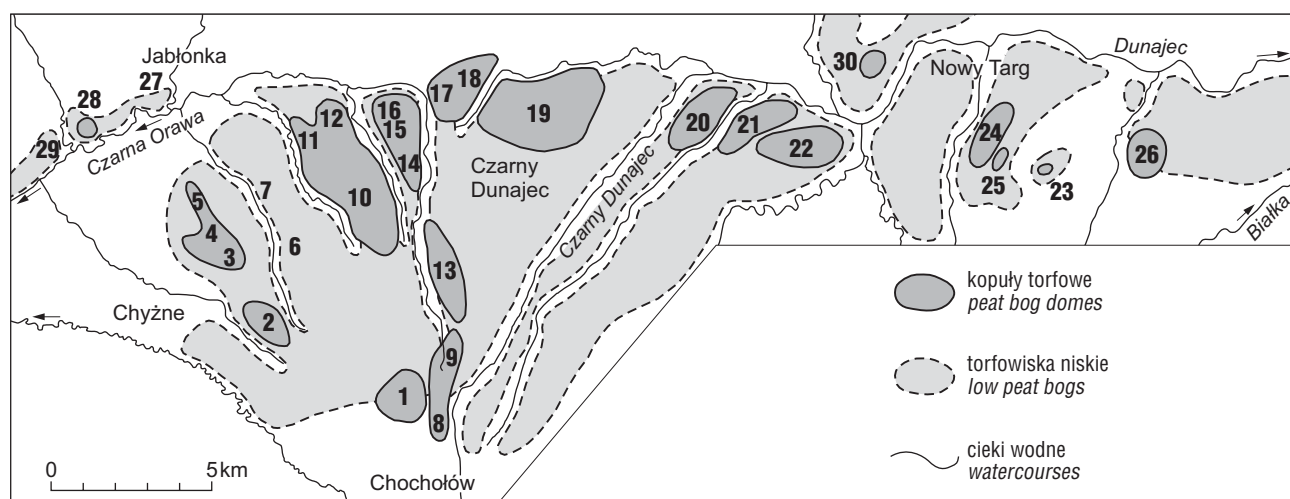


Ryc. 4. Położenie geomorfologiczne torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej (A) i rozmieszczenie wyróżnionych 6 grup torfowisk (B)
Fig. 4. Geomorphological location of peat bogs in the Orava-Nowy Targ Basin (A) and spatial distribution of six groups of peat bogs (B)

zatorfienia całej kotliny w okresie poprzedzającym rolniczą kolonizację tego obszaru (ryc. 5). Do schyłku średniowiecza co najmniej 70% powierzchni Kotliny Orawsko-Nowotarskiej znajdującej się w obecnych granicach Polski pokrywały torfowiska. Stopień zatorfienia kotliny w granicach dzisiejszej Słowacji był znacznie mniejszy i jest trudny do oszacowania. W polskiej części kotliny około $\frac{3}{4}$ zatorfionego obszaru zajmowały torfowiska niskie, porośnięte lasem świerkowo-sosnowym (bory bagienne), a $\frac{1}{4}$ obszaru co najmniej 18 rozległych torfowisk wysokich (kopułowych), których średnica znacznie przekraczała 0,5 km (Łajczak, 2006a). Biorąc pod uwagę ich zasięg do XVIII w., czyli jeszcze przed rozpoczęciem na dużą skalę wydobywania torfu, według klasyfikacji Dobrowolskiego i in. (1998), były to: 2 bardzo duże torfowiska kopułowe (> 1000 ha),

Puścizna Wielka i Puścizna Rękowiańska, 9 dużych torfowisk (100–1000 ha) i 7 średnich (10–100 ha). Przed kolonizacją kotliny kopuła Puścizny Wielkiej mogła osiągać 6 km długości i 2 km szerokości, a Puścizny Rękowiańskiej — 4 km długości i ponad 2,5 km szerokości. Prawdopodobnie były to jedne z największych kopuł torfowisk na terytorium dzisiejszej Polski.

Pierwotnie rozległe i zwarte obszary torfowisk niskich na długich odcinkach sąsiadowały z ciekami i podobnie jak dziś w wielu miejscach granice torfowisk dochodziły do samych koryt rzek. Tylko niektóre torfowiska wysokie rozwijały się w większej odległości od cieków, jednak nie przekraczającej 0,5 km. W sąsiedztwie torfowisk wysokich płynęły przeważnie niewielkie ciekі okrajkowe, a także tranzytowe, które łączyły się z krótkimi dopływami zasi-



Ryc. 5. Przepuszczalny zasięg torfowisk wysokich i niskich w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej do około XV w. Zaznaczono numerację obecnie występujących fragmentów torfowisk (patrz tab. 1)

Fig. 5. Inferred extent of raised and low peat bogs in the Orava-Nowy Targ Basin until ca. 15th century. The numbering of presently existing peat bogs is marked as given in Table 1

lanymi przez wody wyszczajające się z kopuł torfowych. Z map opublikowanych w XVIII i XIX w. wynika, że otoczenie tych cieków było zabagnione (Łajczak, 2006a). Przed rozpoczęciem prac odwadniających w zabagnionej strefie okrajka zachodziło powolne odsączanie wody. Dopiero w większym oddaleniu od kopuł, zwłaszcza w topograficznie niżej położonej części okrajka, odpływ wody przyjmował postać drenażu liniowego.

Potoki opływające torfowiska, a także z nich wypływające, mają przeważnie przebieg meandrowy. Taki typ koryta ma przepływająca przez kotlinę Czarna Orawa i większość jej lewobrzeżnych dopływów, a także Piekienik Pieniążkowicki, opływający od północy Puścizną Rękowiańską. O krętym przebiegu koryt cieków na obszarze stożka Czarnego Dunajca i w jego sąsiedztwie decyduje względnie wyrównany ich przepływ, wynikający z dużej retencyjności zatorfionych zlewni.

Większość zatorfionego obszaru występowała w przeszłości we wschodniej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Uformowało się w niej 8 kopuł torfowych, w tym 2 z tych torfowisk rozwinęły się na głównym działle wodnym pomiędzy dorzeczem Dunajca i Orawy. Już w XIX w. lub na początku XX wieku w wyniku wybrania torfu co najmniej 1 torfowisko kopułowe zostało całkowicie zlikwidowane, a z odizolowanych wcześniej 2 fragmentów Puścizny Wielkiej i z torfowiska koło Gronkowa pozostały tylko potorfia. Do chwili obecnej rozmiary wszystkich kopuł torfowych zmniejszyły się w różnym stopniu, a część z nich uległa dodatkowo fragmentacji.

Także w przeszłości najbardziej zatorfiona w kotlinie była zlewnia Piekienika Orawskiego, gdzie rozwinęły się 3 rozległe torfowiska kopułowe, a 5 miało położenie wododziałowe. W nieco mniejszym stopniu pokryta torfami była sąsiednia zlewnia Piekienika Pieniążkowickiego, z 2 rozległymi torfowiskami kopułowymi. Co najmniej 10% powierzchni każdej z tych zlewni pokrywały kopuły torfowe i w każdej z nich występowało jedno bardzo duże torfowisko wysokie.

Wiek torfowisk

Poszczególne torfowiska w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej zaczynały narastać w holocenie w różnym czasie. Najstarsze z nielicznych dat radiowęglowych spągu złoża

torfu w torfowiskach kopułowych na tym obszarze osiągają około 10 000 lat BP (Obidowicz, 1988, 1990). Na różny wiek tych torfowisk może wskazywać znaczne zróżnicowanie średniej miąższości złoża torfu w kopułach, jak również zróżnicowanie ich rozprzestrzenienia poziomego. Obecnie średnia miąższość torfu w poszczególnych kopułach wynosi od 1,2 do 3,6 m (przeważnie 2,0–3,0 m), a maksymalna od 2,3 do 11,0 m (przeważnie 3,0–6,0 m). Przed degradacją przez człowieka dłuższe osie kopuł torfowych miały długość od 0,2 do 6,0 km.

Średnie tempo przyrostu miąższości górskich torfowisk Europy zawiera się najczęściej między 0,3 a 0,7 mm/rok, a torfowisk wysokich w polskiej części Karpat między 0,4 a 0,6 mm/rok (Żurek, 1987). Na tej podstawie można przyjąć, że średnie tempo przyrostu złoża torfu w torfowiskach kopułowych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej wynosiło co najmniej 0,5 mm/rok.

Średnia miąższość torfu w zachowanych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej fragmentach torfowisk niskich, głównie na obszarach borów bagiennych, osiąga 0,5 m, a maksymalna 3,0 m (Łajczak, 2006a, 2007). Tempo przyrostu torfu w torfowiskach niskich jest wolniejsze niż w kopułach torfowisk wysokich, jednak różnice w miąższości obu typów torfowisk są na tyle duże, że torfowiska niskie należy uznać za młodsze od torfowisk wysokich. Można więc wysnuć wniosek, że początek procesu torfotwórczego w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej był zróżnicowany w czasie. Najwcześniej do rozwoju tego procesu doszło w miejscach uprzywilejowanych morfologicznie, gdzie uformowały się największe kopuły torfowe, które sąsiadują z młodszymi torfowiskami kopułowymi i torfowiskami niskimi.

Ocena warunków rozwoju torfowisk w kotlinie

W ubiegłych latach wyrażany był pogląd, że znaczący, a nawet dominujący wpływ na rozwój torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej miał klimat (Hołowkiewicz, 1881; Niezabitowski-Lubicz, 1922; Szafer, 1928; Korczyńska, 1952). Jednak wyniki nowszych badań skłaniają do rewizji tej opinii. Według danych stacji klimatycznej w Nowym Targu (Kowanetz, 1998), w czerwcu, lipcu i październiku suma opadów przekracza wielkość parowania jedynie o 30–37%, a w skali półrocznej maj–październik średnia suma

wskaźnika parowania terenowego stanowi aż 82% sumy opadów, które w tym czasie wynoszą tylko 544 mm. Największe uwilgocenie torfowisk obserwuje się po wiosennych roztopach, latem jest ono coraz mniejsze, a wartości minimalne osiąga we wrześniu. Skutkiem deficytu opadów w niektórych latach jest długotrwałe przesuszenie wierzchowin torfowisk, najczęściej obserwowane w sierpniu i wrześniu (Łajczak, 2006a, 2006b).

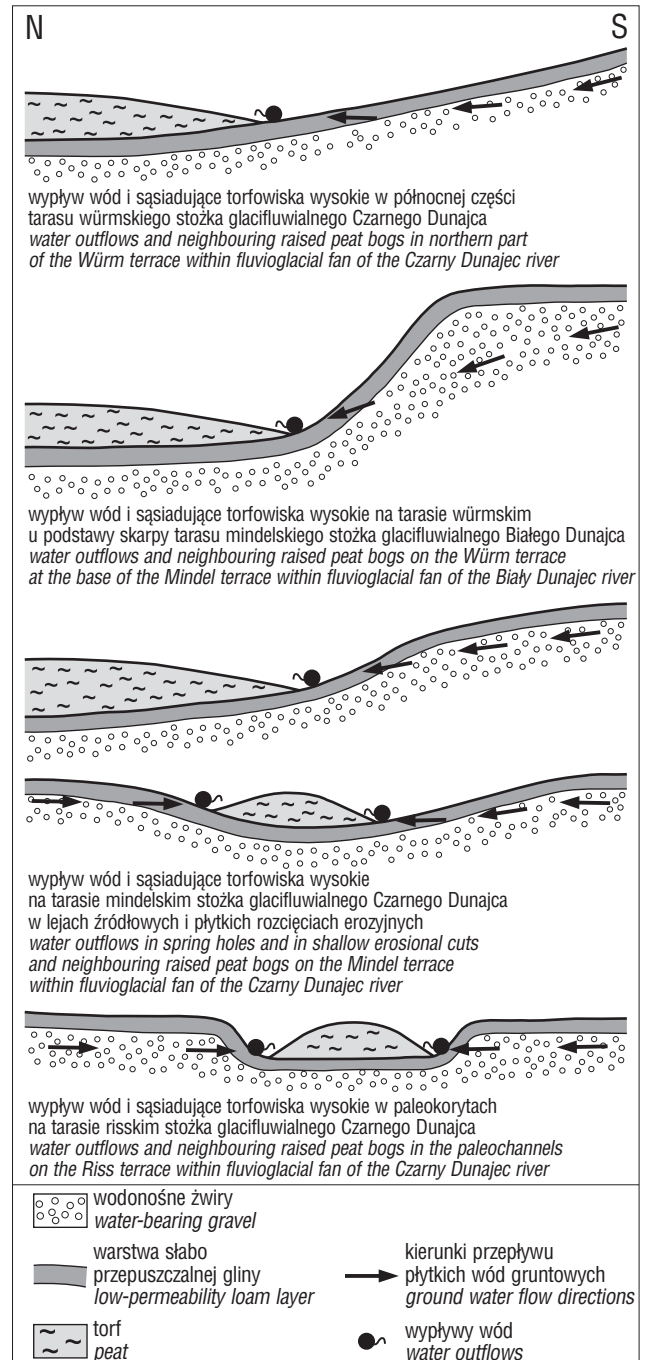
Nierównomierne rozmieszczenie torfowisk w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej jest determinowane przez budowę geologiczną podłoża, ukształtowanie powierzchni terenu i przede wszystkim warunki hydrogeologiczne. Ważnym czynnikiem modyfikującym rozmieszczenie torfowisk na rozległym stożku glacifluwialnym Czarnego Dunajca są też ruchy neotektoniczne. Dlatego za uzasadnione można przyjąć stwierdzenie, że na rozwój tych torfowisk dominujący wpływ miały czynniki nieklimatyczne.

W profilu utworów czwartorzędowych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej występują bardzo dobrze przepuszczalne żwiry tatrzańskie, na których zalega niemal ciągła (z wyjątkiem tarasów zalewowych), około 2 m grubości warstwa gliny (Watycha, 1976, 1977a, 1977b; Dokumentacja..., 1988). Gлина ta zawiera co najmniej 50% frakcji ilastej (Łajczak, 2006a, 2006b), przez co jej przepuszczalność jest bardzo słaba, a miejscami jest ona nieprzepuszczalna (Pazdro, 1977). Już w XIX i na początku XX w. uznano ją za czynnik sprzyjający rozwojowi torfowisk w kotlinie (Staszic, 1815; Hołowkiewicz, 1881; Niezabitowski-Lubicz, 1922). Utrudnia ona infiltrację wody opadowej, co w warunkach niewielkiego nachylenia terenu (na ogół nie przekraczającego 10‰) przyczynia się do długotrwałego nasycenia wodą przypowierzchniowej warstwy gruntu, a lokalnie do tworzenia się rozlewisk.

Zwierciadło wody gruntowej występuje w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej bardzo płytko, często bezpośrednio pod warstwą gliny, która na przeważającym obszarze utrudnia wypływ wody na powierzchnię terenu. Głębokość drenażu wody i lokalizacja wypływów jest zależna od ruchów neotektonicznych, które podnoszą zachodnią część stożka glacifluwialnego Czarnego Dunajca i obniżają jego część wschodnią i północną. Dlatego najstarsza powierzchnia akumulacyjna na tym stożku jest rozczłonkowana głębokimi do 40 m, nieckowatymi dolinkami, natomiast na młodszych powierzchniach spotyka się tylko płytkie i wąskie paleokoryta, na ogół zamaskowane pokrywą torfów. Podobnie są ukształtowane stożki glacifluwialne Białego Dunajca i Białki. Zwierciadło wody gruntowej w żwirach pod nakładem gliny cechuje się lokalnie lekkim napięciem, zwłaszcza w niżej położonych, północnych i wschodnich obszarach stożka glacifluwialnego Czarnego Dunajca i dlatego w tej części kotliny występuje najwięcej wypływów i wysięków wody gruntowej, na przykład w rejonie torfowiska Puścizna Rękowiańska, zwanego też Bory Wylewisko, a także u podnóża skłonów wyższych tarasów, w zamknięciach płytkich rozcięciach erozyjnych i w obrębie paleokoryt na powierzchni niższych tarasów — ryc. 6 (Baumgart-Kotarba, 1991–1992; Łajczak, 2006a, 2006b, 2007). Najkorzystniejsze warunki do rozwoju torfowisk panują właśnie na słabo przepuszczalnym i tylko nieznacznie nachylonym podłożu poniżej wysięków wody gruntowej.

Jedne z największych torfowisk kopułowych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej, których rozwój doprowadził do zasadniczych zmian w morfologii kotliny (Baumgart-Kotarba, 1991–1992; Łajczak, 2006a, 2009b), uformowały się wzdłuż paleokoryt Czarnego Dunajca. Paleokoryta te powstały na tarasie risskim stożka glacifluwialnego

go Czarnego Dunajca jeszcze przed holocenem, kiedy Czarny Dunajec należał do dorzecza Orawy (Baumgart-Kotarba, 1991–1992). Narastaniu torfowisk w paleokorytach sprzyjało duże uwilgocenie tych form terenu, powodowane podpowierzchniowym odpływem części wód z koryta Czarnego Dunajca w kierunku Piekielnika Orawskiego. Proces torfotwórczy mógł się rozwinąć jedynie w tych obszarach paleokoryt, które były wyścielone przez słabo przepuszczalny materiał, utrudniający infiltrację wody. O zainicjowaniu narastania torfowisk w paleokorytach świadczą profile niektórych torfowisk wysokich,



Ryc. 6. Typowe geomorfologiczne uwarunkowania lokalizacji wypływów płytkich wód gruntowych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej i sąsiadujących z nimi torfowisk wysokich
Fig. 6. Typical geomorphological location of shallow ground water outflows within the Orava-Nowy Targ Basin and neighbouring raised peat bogs

na przykład kopuły Baligówki, Boru na Czerwonem i Puścizny Małej, ponieważ właśnie w obrębie paleokoryt w spągu tych złóż stwierdzono torf typowy dla początkowego procesu narastania torfowisk niskich (Horawski i in., 1979; Wójcikiewicz, 1979; Lipka, 1999).

Duży wpływ na rozwój torfowisk, zarówno w początkowej fazie narastania, jak i podczas wzrostu kopuły, wywiera sieć cieków, która z czasem przekształca się w sieć cieków okrajkowych (Łajczak, 2006a, 2006b, 2009b). Uwilgocenie gruntu w sąsiedztwie tych cieków gwarantuje kontynuację procesu torfotwórczego w strefie okrajka, a także w obrębie kopuł torfowych. Przykładów gęstej sieci cieków okrajkowych w sąsiedztwie kopuł torfowisk Bór na Czerwonem i Puścizna Rękowiańska dostarcza *Karte des Königreiches Galizien und Lodomerien* (Mieg, 1779–1782).

Wnioski

W kilku miejscach Kotliny Orawsko-Nowotarskiej kopuły ombrogenicznych torfowisk wysokich wyznaczają przebieg lokalnych działów wodnych. Według klasyfikacji Kaule'a i Göttlicha (1976) są to torfowiska grzbietowe. Jednak tylko nieliczne torfowiska pokrywają wypukłe formy podłoża. Zdecydowana większość torfowisk rozwinęła się w obrębie wklęsłych form terenu. Zgodnie z klasyfikacją Kaule'a i Göttlicha (1976) są to torfowiska topogeniczne, które rozwinęły się w miejscach z wysiękami lub wypływami płytkich wód gruntowych, a więc o ich rozwoju zdecydowały głównie czynniki hydrogeologiczne i geomorfologiczne. Według klasyfikacji Dembka i in. (2000) większość torfowisk kopułowatych w kotlinie należy do wysokich torfowisk symetrycznych lub asymetrycznych.

Literatura

- BAUMGART-KOTARBA M. 1991–1992 — Rozwój geomorfologicznej Kotliny Orawskiej w warunkach ruchów neotektonicznych. Stud. Geomorph. Carpatho-Balkan., 25–26: 3–28.
- DEMBEK W., PIÓRKOWSKI H. & RYCHARSKI M. 2000 — Mokrańskie na tle regionalizacji geograficznej Polski. Wyd. IMUZ, Falenty, 97: 1–135.
- DENISIUK Z. & TOBOLSKI K. 1995 — Stanowisko w sprawie ochrony torfowisk wysokich i krajobrazu Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, przyjęte przez Komisję Parków Narodowych i Rezerwatów oraz Komisję Ochrony Obszarów Torfowiskowo-Wodnych PROP na wyjazdowym posiedzeniu w Zakopanem w dniu 14 czerwca 1994 r. Chronimy Przyrodę Ojczystą, 3: 2–80.
- Die **Spezialkarte** der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, 1:75000, 1894, K. & K. Militär-Geographisches Institut, Wien.
- DOBROWOLSKI K., HALBA R. & LEWANDOWSKI K. 1998 — Przegląd środowisk wodnych i błotnych w Polsce. [W:] K. Dobrowolski & K. Lewandowski (red.) Ochrona środowisk wodnych i błotnych w Polsce. Oficyna Wyd. Instytutu Ekologii PAN: 7–38.
- FALNIOWSKA-GRADOWSKA A. 1997 — W okresie staropolskim. [W:] F. Kiryk (red.) Czarny Dunajec i okolice. Zarys dziejów do 1945 roku. Wyd. „Secesja”, Kraków.
- HALICKI B. 1930 — Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. Spraw. Pol. Inst. Geol., 3–4: 377–534.
- HOŁOWKIEWICZ E. 1881 — Dolina Nowotarska i jej torfowiska. Przewodnik Naukowy i Literacki, 70–78: 169–183.
- HORAWSKI M., CURZYDŁO J. & WÓJCIKIEWICZ M. 1979 — Wahania poziomu powierzchni torfowiska wysokiego Bór na Czerwonem w latach 1974 i 1975. Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, 153, Melioracje, 10: 19–32.
- JOSTOWA W. 1963 — Materiały do zagadnień gospodarki chłopskiej w „Borach” Orawskich. Lud, 2: 503–554.
- KAULE G. & GÖTTLICH K. 1976 — Begriffsbestimmungen anhand der Moortypen Mitteleuropas. Moor- und Torfkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- KONDRACKI J. (red.) 1988 — Dokumentacja podstawowa projektowanego parku krajobrazowego „Torfowiska Orawsko-Nowotarskie”. Wyd. Geogr. i Stud. Region. Uniw. Warszawskiego.
- KORCZYŃSKA E. 1952 — Bory i Puścizna Podhala i Orawy. Pr. Zakładu Dendr. PAN w Kórniku, 1952 (10): 240–259.
- KOWANETZ L. 1998 — On the method of determining the climatic water balance in mountainous areas, with an example from the Polish Carpathians. Pr. Geogr. IG UJ, 105: 13–164.
- KUMMERER RITTER C. VON KUMMERSBERG (ed.) 1855 — Administrative Karte von den Königreichen Galizien und Lodomerien, 1 : 115 000, Bl. 7, Verlag & Eigenthum von Autaria, Wien.
- LIPKA K. 1999 — Ocena aktualnego stanu wartości przyrodniczych torfowisk oraz terenów przyległych z określeniem możliwości ograniczonego, kontrolowanego pozyskania mchów torfowców na obszarze gmin: Lipnica Wielka, Jablonka, Czarny Dunajec, Nowy Targ — miasto i gmina. Firma Specjalistyczna PEAT-POL, Kraków.
- ŁAJCZAK A. 2002 — Antropogeniczna degradacja Torfowisk Orawsko-Podhalańskich. Czasopismo Geogr., 73(1–2): 27–61.
- ŁAJCZAK A. 2006a — Torfowiska Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Rozwój, antropogeniczna degradacja, renaturyzacja i wybrane problemy ochrony. Wyd. Instytutu Botaniki PAN, Kraków.
- ŁAJCZAK A. 2006b — Raised peatbog Bór na Czerwonem (Podhale, South Poland) — development, degradation, renaturalisation. Nature Conservation, 62: 89–103.
- ŁAJCZAK A. 2007 — Natura 2000 in Poland, The Orawsko-Podhalańskie Peatlands. Wyd. Instytutu Botaniki PAN, Kraków.
- ŁAJCZAK A. 2009a — Ogólne informacje o kotlinie. [W:] Z. Mirek, A. Łajczak & W. Cichocki (red.), Przyroda Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Wyd. Instytutu Botaniki PAN, Kraków (w druku).
- ŁAJCZAK A. 2009b — Rzeźba obszaru pokrytego torfami. [W:] Z. Mirek, A. Łajczak & W. Cichocki (red.), Przyroda Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Wyd. Instytutu Botaniki PAN, Kraków (w druku).
- ŁAJCZAK A. 2009c — Antropogeniczne zmiany w ukształtowaniu obszaru pokrytego torfami. [W:] Z. Mirek, A. Łajczak & W. Cichocki (red.), Przyroda Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Wyd. Instytutu Botaniki PAN, Kraków (w druku).
- Mapa taktyczna** Polski, 1 : 100 000 — 1937. Wyd. Wojskowego Inst. Geogr., Warszawa.
- Mapa topograficzna** Polski, 1 : 10 000 — 1997, Wydaw. Państw. Służby Geodez. i Kartograf., Warszawa.
- Mapy obrębowe** powiatów, 1 : 25 000 — 1965, Wydaw. Służby Topograficznej WP, Warszawa.
- MIEG F. von (ed.) 1779–1782 — Karte des Königreiches Galizien und Lodomerien, 1 : 28 000. Kriegsarchiv, Wien.
- MYŚLIŃSKA E. 2001 — Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badania. Wyd. Naukowe PWN.
- NIEZABITOWSKI-LUBICZ E. 1922 — Wysokie torfowiska Podhala i konieczność ich ochrony. Ochrona Przyrody, 3: 26–34.
- OBIDOWICZ A. 1988 — The Puścizna Rękowiańska raised bog. [In:] Late Glacial and Holocene environmental changes Vistula basin, L. Starkel, J. Rutkowski & M. Ralska-Jasiewiczowa (red.). Wyd. AGH.
- OBIDOWICZ A. 1990 — Eine Pollenanalytische und Moorkundliche Studie zur Vegetations-geschichte des Podhale-Gebietes (West-Karpaten). Acta Palaeobot., 30 (1–2): 147–219.
- PAZDRO Z. 1977 — Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol.
- STASZIC S. 1815 — O ziemiorodztwie Karpatow i innych gór i równin Polski. Drukarnia Rządowa, Warszawa.
- SZAFER W. 1928 — Das Hohmoor „Na Czerwonem” bei Nowy Targ. Guide des Excursions en Pologne, p. III, Cing. Excurs. Phytogeogr. Intern., Cracovie.
- SZAJNOCHA W. 1902 — Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zes. 11, ark.: Wieliczka, Bochnia, Nowy Sącz. Komis. Fizjogr. Akad. Um., Kraków.
- WATYCHA L. 1976 — Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1: 50 000. Arkusz Nowy Targ (1049). Inst. Geol.
- WATYCHA L. 1977a — Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1: 50 000. Arkusz Czarny Dunajec (1048). Inst. Geol.
- WATYCHA L. 1977b — Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1: 50 000. Arkusz Jablonka (1047). Inst. Geol.
- WÓJCIKIEWICZ M. 1979 — Stratygrafia torfowiska „Bór na Czerwonem” z uwzględnieniem subfosalnych zespołów oraz rozmieszczenia i zróżnicowania współczesnych zbiorowisk roślinnych. Cz. II. Charakterystyka szaty roślinnej torfowiska. Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, 153, Melioracja, 10: 133–193.
- Zdjęcia** lotnicze obszaru pokrytego torfowiskami w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej w skali około 1 : 20 000 — 1994, Centr. Ośr. Dokument. Geodez. i Kartograf., Warszawa.
- ZIEMOŃSKA Z. 1973 — Stosunki wodne w polskich Karpatach Zachodnich. Pr. Geogr. IG PAN, 103: 1–127.
- ZUCHIEWICZ W. 2009 — Czwartorzęd i neotektonika. [W:] Z. Mirek, A. Łajczak & W. Cichocki (red.), Przyroda Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Wyd. Instytutu Botaniki PAN, Kraków (w druku).
- ŻUREK S. 1983 — Stan inwentaryzacji torfowisk w Polsce. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 7: 210–215.
- ŻUREK S. 1987 — Złoża torfowe w Polsce na tle stref torfowych Europy. Dokument. Geogr. IGIPZ PAN., 4: 1–84.

Praca wpłynęła do redakcji 10.06.2009 r.

Po recenzji akceptowano do druku 29.06.2009 r.